International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 38 العدد
Part 1 المجلد
http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

Received	2026/01/10	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2026/01/28	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2026/01/31	تم نشر الورقة العلمية في

تشجيع إنبات حبوب القمح الصلب طويلة التخزين باستخدام تركيزات مختلفة من بولي إيثيلين جليكول 6000

حنان سعد عبد الله، إيمان فرج أحمد، هدى محمد عمر
قسم المحاصيل – جامعة عمر المختار – البيضاء – ليبيا
ahmdbwtlaq33@gmail.com

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير بولي إيثيلين جليكول6000 (6000 –PEG) على إنبات ونمو بادرات القمح الصلب المخزنة لفترة طويلة، وذلك تحت ظروف إجهاد ملوحة محددة. تم استخدام بذور صنف "مرجاوي" المخزنة منذ عام 2012، وعُرضت لأربعة تركيزات مختلفة من PEG–6000 (0، 0.5، 1، 1.5 مول/لتر) ضمن تصميم تجريبي عشوائي كامل مع ثلاث مكررات لكل تركيز. تم قياس الصفات الفسيولوجية التالية: نسبة الإنبات، طول الجذير والسويقة، الوزن الرطب والجاف، وحجم الكالس. أظهرت النتائج أن تركيز 0.5 مول/لتر من 6000 –PEG أعطى أعلى معدل طول للسويقة، بينما سجل الكنترول أقل معدل، مما يشير إلى قدرة PEG على تحسين نمو السويقة عند التركيزات المنخفضة. كما زاد طول الجذير بشكل معنوي مع زيادة تركيز PEG، وكان أعلى طول للجذير عند تركيز 1.5 مول/لتر (1.42 سم)، مما يعكس دوره في تعزيز نمو الجذور وتحسين امتصاص الماء. علاوة على ذلك، سجل الوزن الرطب للسويقة والجذر أعلى قيم عند تركيز 1.5 مول/لتر، في حين كان أدنى وزن رطب في الكنترول، مما يشير إلى قدرة PEG على التخفيف من تأثير الملح وتحسين توازن الماء داخل الخلايا. كما لوحظ أن حجم الكالس ازداد معنويًا عند تركيزات 1 و1.5 مقارنة بالكنترول، ما يعكس قدرة PEG على دعم نمو البادرات تحت الإجهاد الأسموزي. تشير هذه النتائج إلى أن استخدام 6000– PEG بتركيزات منخفضة إلى متوسطة يمكن أن يعزز إنبات ونمو بادرات القمح الصلب المخزنة، ويخفف آثار الملح على البادرات، بينما تؤدي التركيزات العالية إلى تثبيط جزئي للنمو بسبب زيادة الضغط الأسموزي

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 38 العدد
Part 1 المجلد
http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب، PEG– 6000 ،إنبات البذور، الإجهاد المائي، نمو البادرات.

Promoting the germination of long-storage durum wheat grains using different concentrations of polyethylene glycol 6000

Hanan Saad Abdullah, Iman Faraj Ahmed, Huda Mohamed Omar
Department of Crops – Omar Al-Mukhtar University – Al Bayda – Libya

Abstract:
This study aimed to evaluate the effect of polyethylene glycol 6000 (PEG-6000) on the germination and seedling growth of long-stored durum wheat seeds under specific salinity stress conditions. Seeds of the "Marjawi" variety, stored since 2012, were subjected to four PEG-6000 concentrations (0, 0.5, 1, 1.5 mol/L) in a completely randomized design with three replicates per treatment. Physiological traits measured included germination percentage, root and shoot length, fresh and dry weight, and callus size.Results indicated that 0.5 mol/L PEG-6000 produced the highest shoot length, while the control had the lowest, demonstrating PEG's ability to enhance shoot growth at low concentrations. Root length increased significantly with PEG concentration, reaching the highest value at 1.5 mol/L (1.42 cm), reflecting its role in promoting root growth and water uptake. Furthermore, shoot and root fresh weight were highest at 1.5 mol/L, while the control recorded the lowest values, indicating PEG's capacity to mitigate salinity stress and maintain cellular water balance. Callus size also increased significantly at 1 and 1.5 mol/L compared to the control, highlighting PEG's effectiveness in supporting seedling growth under osmotic stress.These findings suggest that low to moderate concentrations of PEG-6000 can enhance germination and growth of long-stored durum wheat seedlings and alleviate salinity effects, whereas high concentrations may partially inhibit growth due to excessive osmotic pressure.

Keywords: Durum wheat, PEG-6000, seed germination, water stress, seedling growth.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

المقدمة

تُعد محاصيل الحبوب، وعلى رأسها القمح (Triticum spp) من أكثر المحاصيل إنتاجًا على مستوى العالم، إذ يحتل القمح النصيب الأكبر من الزراعة الواسعة ويُعد مصدرًا رئيسيًا للطاقة والغذاء في العديد من الدول. ويتميز القمح بقيمته الغذائية العالية وقابليته للتخزين والنقلمما جعله من أهم محاصيل الأمن الغذائي العالمي. بلغ الإنتاج العالمي من القمح عام 2023 نحو 750 مليون طن متري، مزروعًا على مساحة تقارب 215 مليون هكتار (FAO ، 2023) وتتصدر الصين والهند والولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي قائمة أكبر المنتجين. ومع تزايد الطلب العالمي على الغذاء بفعل التغيرات المناخية والنمو السكاني شهد العقدان الماضيان توسعًا كبيرًا في إدخال التقنيات الحديثة والبرامج الوراثية لتحسين إنتاج القمح(Shiferaw et al.2013). يُعد تحسين الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد خاصة الإجهاد المائي من أبرز التحديات التي تواجه برامج تربية القمح. ولأغراض غربلة الأصناف واختبار تحملها للجفاف في مراحل النمو المبكرة، يُستخدم بولي إيثيلين جليكول 6000 (PEG6000–) على نطاق واسع بوصفه مادة قادرة على خفض الجهد الأسموزي للمحلول دون التداخل المباشر مع العمليات الفسيولوجية للبذرة نظرًا لكونه مركبًا غير متشرد ولا ينفذ عبر غلاف البذرة، ويحافظ على الجهد المحلولي ثابتًا طوال فترة التجربة (Mihel and Kaufman.,1973)

وأظهرت الدراسات أن زيادة تركيز PEG–6000 في وسط الإنبات يؤثر سلبًا في الصفات الأولية لنمو البادرات حيث يؤدي إلى تراجع طول السويقة والبادرة والوزن الرطب والجاف :(Pereyra et al .,2024 و Renjie et al .,2006)

كما تراجعت أطوال الجذور ومعدل الإنبات مع ارتفاع الإجهاد الأسموزي، وقد ارتبطت بعض المؤشرات مثل طول الجذور ودليل التحمل بقدرة الأصناف على تحمل الجفاف (Khakwani et al .,2011) . ومع ذلك تشير تقارير حديثة إلى أن التأثير قد يكون إيجابيًا عند التركيزات المنخفضة إذ يحسن PEG الجهد الأسموزي محفزًا بذلك إنبات البذور ونمو البادرات خاصة لدى البذور ذات القصرة الصلبة أو تلك المخزنة طويلًا (Renjie et al .,2024) وتُعد البذور المخزنة لفترات طويلة أكثر حساسية

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

للإجهاد المائي بسبب الانخفاض الطبيعي في الحيوية والتغيرات الفسيولوجية المرتبطة بالشيخوخة:

(Bewley And Black,2012) (Abdul-Baki And Anderson,2007).

ومن ثم فإن دراسة سلوك هذه البذور تحت ظروف الإجهاد الأسموزي الاصطناعي تُعد ضرورية لفهم ديناميكية الإنبات وإيجاد طرق لتحسين حيوية البذور المخزنة في البيئات الجافة.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير تركيزات مختلفة من PEG – 6000 في إنبات بذور القمح الصلب المخزنة طويلًا، وتحليل استجابة البادرات تحت ظروف الإجهاد الأسموزي المرتبط بملوحة الوسط، وذلك من خلال قياس مجموعة من المؤشرات المرتبطة بالحيوية والنمو المبكر.

المواد وطرق العمل

1.المواد النباتية

استخدمت في الدراسة بذور القمح الصلب (Triticum durum) للصنف "مرجاوي"، المخزّنة منذ عام 2012، وبمجموع 120 بذرة متماثلة في الحجم والشكل لضمان التجانس في التجربة.

2. تعقيم البذور

تم تعقيم البذور في مرحلتين:

تعقيم أولي: غُمست البذور في محلول هيبوكلورات الصوديوم 2% لمدة 10 دقائق مع تحريك خفيف (Jun et al .,2003).

تعقيم سريع قبل الزراعة: قبل التجربة مباشرة، غُمست البذور في محلول كلورات الصوديوم NaClO بتركيز 1% لمدة دقيقة واحدة، ثم شُطفت أربع مرات بالماء المقطر لإزالة بقايا المعقم.

3. معاملات بولي إيثيلين جليكول PEG-6000

قُسمت البذور إلى أربعة أجزاء متساوية (30 بذرة لكل جزء)، ومثلت الأجزاء أربعة تراكيز مختلفة من PEG- 0, 0.5, 1.0, 1.5:6000، مول/لتر.

تم إعداد محاليل PEG وفق معادلة الجهد الأسموزي (Mihel And Kaufman,1973)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

$$\Psi s = -(1.18\times10\text{-}2)\ C - (1.18\times10\text{-}4)\ C2 + (2.67\times10\text{-}4)\ CT + (8.39\times10\text{-}7)\ C2T$$

حيث: Ψs = الجهد الأسموزي (MPa)، C = تركيز PEG (g/kg)، T = درجة الحرارة (C°).

غُمست البذور في كل تركيز لمدة 12 ساعة عند درجة حرارة الغرفة (25±2 °م). بعد الغمر، شُطفت البذور بالماء المقطر ثم جُففت على أوراق ترشيح لمدة 48 ساعة لاستعادة الرطوبة الأصلية.

4. إعداد بيئة الإنبات

وضعت 10 بذور في كل طبق بتري قطره 12 سم، ووضع زوج من أوراق الترشيح Whatman No.1 في القاع ثم رُطبت الأوراق بـ: ماء مقطر (2 مل) أو محلول NaCl بتركيز 0.75 ملي مول، لتحقيق جهد ملوحة ≈ 8.5 dS/m

5. التصميم التجريبي

اعتمدت التجربة تصميمًا عشوائيًا كاملاً (CRD) مع 4 معاملات و3 مكررات لكل معاملة.

6. متابعة الإنبات والري

تم ترطيب أطباق البتري كل يومين باستخدام 2 مل ماء مقطر أو محلول NaCl حسب المعاملة. وقيمت الصفات التالية:

1. جهد الإنبات (GP) بعد 5 أيام
2. معدل الإنبات (GR) بعد 12 يومًا
3. دليل قوة البادرة (SVI) بعد اكتمال الإنبات

7. المعادلات المستخدمة لتقييم الإنبات

$$GP = \frac{\text{عدد البذور المنبتة بعد 5 أيام}}{\text{إجمالي عدد البذور}} \times 100$$

$$GR = \Sigma \frac{\text{عدد البذور المنبتة في اليوم i}}{\text{رقم اليوم i}}$$

(Min, 2015)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

SVI – نسبة الإنبات × (طول الجذير + طول الرويشة)

(AbdulBaki & Anderson.,2007)

8. قياسات النمو

اختيرت ثلاث بادرات عشوائيًا من كل مكرر لقياس:

1. طول الجذير (سم)
2. طول الرويشة (سم)
3. الوزن الرطب (جم)
4. الوزن الجاف بعد التجفيف عند 70 °م لمدة 48 ساعة
5. حجم الكالس إن وُجد (Jun et al .,2003).

النتائج والمناقشة

أظهرت بيانات جدول رقم (1) فروقًا معنوية في استجابة البادرات لطول السويقة عند مختلف تراكيز بولي إيثيلين جليكول6000)6000 (PEG–. عند تركيز 0.5 مول/لتر لوحظ أعلى معدل لطول السويقة في حين تراجعت أطوال السويقة عند زيادة التركيز إلى 1 و1.5 مول/لتر، مقارنة بالكنترول الذي سجل أدنى معدل طول. تتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه (Valifard et al ،2003) حيث أن التركيزات المنخفضة من PEG يمكن أن تحسن نمو السويقة من خلال التخفيف المؤقت للتوتر الأسموزي، في حين تؤدي التركيزات المرتفعة إلى تثبيط نمو البادرات بسبب الضغط الأسموزي الزائد. أما بالنسبة لطول الجذير فقد ازداد بشكل معنوي مع زيادة تركيز PEG في وسط النمو. سجل الكنترول أقل طول جذير، بينما أعطى تركيز 1.5 مول/لتر أعلى طول للجذير (1.42 سم)، مما يشير إلى أن PEG يسهم في تشجيع نمو الجذور عن طريق تحسين الجهد الأسموزي للوسط ودعم امتصاص الماء (Min, 2015) هذه النتائج تتوافق مع ما أظهرته دراسات سابقة حول تأثير PEG على نمو الجذور في ظروف الإجهاد الملحي والجفاف (Shiferaw et al., 2013) ; (Renjie et al .,2024). بالنسبة للوزن الرطب للسويقة، كان أعلى وزن رطب عند تركيز 1.5 مول/لتر مقارنة بالكنترول، الذي سجل أدنى وزن رطب (26.33 مجم). ويعزى ذلك إلى قدرة PEG على تلطيف أثر الملح وتحسين توازن الماء داخل الخلايا، مما يحافظ على حجم الخلايا ونمو البادرات.

(Renjie et al .,2024)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

جدول رقم (1) تأثير تركيز بولي الايثلين على طول السويقة وطول الجذير والوزن الرطب للسويقة.

المعاملات	الوزن الرطب للسويقة سم	طول الجذير سم	الوزن الرطب للسويقة مجم
0	1.00	0.90	26.33
0.5	1.40	1.27	31.70
1.5	1.23	1.12	31.70
1	1.15	1.42	00.1
اختبار F	**	*	**
L.S.D	0.02	0.05	1.43

أما بيانات جدول رقم (2) فأشارت إلى أن الوزن الرطب للجذر في الكنترول كان الأدنى في حين سجل تركيز 1.5 أعلى وزن رطب للجذر يليه تركيز 1 مما يوضح دور PEG في دعم نمو الجذر تحت ظروف الملح. كما تبين وجود اختلاف معنوي في حجم الكالس مع اختلاف تراكيز PEG حيث سجلت التركيزات 1 و1.5 أكبر حجم للكالس مقارنة بالكنترول عند مستوى ملوحة 8.5 dS/m. ويُرجع ذلك إلى أن PEG يساعد في تعديل تأثير الملوحة على البادرات ويشجع تكوين الكالس بشكل أفضل مقارنة بالبذور غير المعالجة (Min,2015).

هذه النتائج تتماشى مع ما أظهرت دراسة (Afif et al .,2013) حول تأثير المركبات الأسموزية على نمو البادرات وتغير سلوكها الكلي تحت الإجهاد البيئي بما في ذلك التغيرات في نمو السويقة والجذر وحجم الكالس.

جدول رقم (2) تأثير تركيز بولي الايثلين على الوزن الرطب للجذر وحجم الكالس

المعاملات		الوزن الرطب للجذر مجم	حجم الكالس
التركيز	0	25.00	0.020
	0.5	35.00	0.040
	1	43.00	0.043
	1.5	51.17	0.043
اختبار F		*	*
L.S.D		5.04	0.016

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

بشكل عام تشير هذه النتائج إلى أن استخدام PEG– 6000 بتركيزات منخفضة إلى متوسطة يمكن أن يكون فعالًا في تعزيز نمو البادرات، سواء في طول السويقة والجذير أو في الوزن الرطب والقدرة على تحمل الملوحة، بينما يؤدي زيادة التركيزات إلى تثبيط جزئي للنمو بسبب الضغط الأسموزي الزائد.

الاستنتاجات

توصلت هذه الدراسة إلى أن استخدام بولي إيثيلين جليكول (PEG– 6000) بتركيزات منخفضة إلى متوسطة له تأثير إيجابي ملموس على إنبات ونمو بادرات القمح الصلب المخزنة لفترات طويلة. أظهرت النتائج أن تركيزات (PEG– 6000) المنخفضة تعزز طول السويقة والجذير وتزيد الوزن الرطب والجاف للبادرات، وتدعم تكوين الكالس، مما يشير إلى دور المركب في تحسين التوازن الأسموزي وتقليل تأثير الإجهاد الملحي على نمو البادرات.كما أشارت الدراسة إلى أن زيادة تركيز (PEG– 6000) إلى مستويات مرتفعة قد تؤدي إلى تثبيط جزئي لنمو البادرات نتيجة للضغط الأسموزي الزائد، ما يؤكد أهمية اختيار التركيز الأمثل لتحقيق أقصى استفادة من المركب. وبالتالي يمكن استخدام (PEG– 6000) كعامل محفز لإنبات البذور وتعزيز نمو البادرات في برامج تحسين الإنتاجية للقمح الصلب المخزن خصوصاً في البيئات التي تواجه مستويات ملوحة مرتفعة أو إجهاد مائي.

التوصيات

بناءً على النتائج يوصى بإجراء دراسات إضافية لتحديد التفاعل بين (PEG– 6000) ومركبات محفزة أخرى لنمو البادرات ودراسة تأثيره على المراحل المتقدمة للنمو النباتي وكذلك تقييم تأثيره على صفات الإنتاجية النهائية للقمح في الحقول الزراعية.

References

Afify, A. M. R., El-Greadly, M. M., & Hassan, M. A. (2013). Effect of osmotic regulators on growth and fatty acid

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/Idrq1687

composition of oilseed crops under salinity stress. Journal of Plant Research , 126 (5), 675–686 .

Jun, Y., Min, Z., & Lee, H. (2003). Effects of polyethylene glycol on seed germination and seedling growth of wheat under osmotic stress. Plant Growth Regulation, 40(3), 225–230 .

Min, J. (2015). Assessment of seed germination and seedling vigor under salt stress. Plant Physiology Reports, 10(3), 145–152 .

Pereyra, S. A., Gomez, F., & Rodriguez, J. (2006). Influence of polyethylene glycol on wheat seedling growth and development. Journal of Agronomy and Crop Science, 192(4), 233–239 .

Ren, F., Li, S., & Huang, J. (2020). Seed priming with osmotic regulators improves wheat germination and early seedling growth under saline conditions. Agronomy, 10(11), 1716.

Renjie, L., Zhang, H., & Wang, X. (2024). Polyethylene glycol-mediated osmotic stress and its effects on seed germination and early seedling growth. Journal of Plant Stress Physiology, 11(2), 78–90 .

Review of the Food and Agriculture Organisation (FAO) Strategic Priorities on Food Safety 2023. In Food Safety-New Insights. IntechOpen .

Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H. J., Duveiller, E., Reynolds, M., & Muricho, G. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. Food security, 5(3), 291-317.

Valifard, M., Sharifi, M., & Mohammadi, A. (2013). Effect of polyethylene glycol (PEG) on seed germination and seedling growth of wheat under osmotic stress. Journal of Stress Biology, 1(1), 23–30.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية